

Multi-stage molecular pump

Patent number: DE3728154
Publication date: 1989-03-09
Inventor: HOELSS KURT (DE)
Applicant: PFEIFFER VAKUUMTECHNIK (DE)
Classification:
- **international:** F04D19/04
- **european:** F04D19/04C
Application number: DE19873728154 19870824
Priority number(s): DE19873728154 19870824

Also published as:

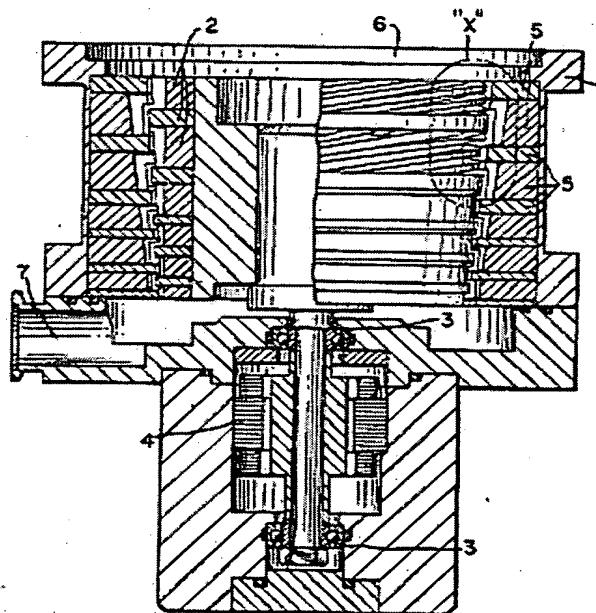
US4893985 (A1)
NL8801990 (A)
JP11138397 (A)
GB2208895 (A)
FR2619867 (A1)

[more >>](#)

Abstract not available for DE3728154

Abstract of corresponding document: **US4893985**

A molecular pump of the Hollweck type is composed of a plurality of stages in order to improve the pumping characteristics. Rotor and stator consist of different portions which are provided alternately with helical grooves and with smooth outer and inner surfaces respectively. The cooperating surfaces of the individual rotor and stator portions are tapered.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

(11) DE 37 28 154 A1

(51) Int. Cl. 4:

F04D 19/04

(21) Aktenzeichen: P 37 28 154.2
(22) Anmeldetag: 24. 8. 87
(23) Offenlegungstag: 9. 3. 89

DE 37 28 154 A1

(71) Anmelder:

Arthur Pfeiffer Vakuumtechnik Wetzlar GmbH, 6334
Aßlar, DE

(72) Erfinder:

Hölß, Kurt, 6338 Hüttenberg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-OS 35 26 517

(54) Mehrstufige Molekularpumpe

Eine Molekularpumpe nach der Bauart von Hollweck wird zur Verbesserung der Pumpeigenschaften aus mehreren Stufen aufgebaut. Rotor und Stator bestehen aus verschiedenen Abschnitten, die abwechselnd mit Spiralrillen und mit glatten äußeren bzw. inneren Oberflächen versehen sind. Die äußere Form der einzelnen Rotor- und Statorabschnitte ist konisch ausgebildet.

DE 37 28 154 A1

Patentansprüche

1. Molekularpumpe zur Förderung von Gasen, bestehend aus Rotor und Stator, welche konzentrisch zueinander angeordnet sind, wobei sich der Rotor innerhalb des Stators befindet, dadurch gekennzeichnet, daß Rotor (2) und Stator (5) jeweils aus mehreren Abschnitten bestehen, die zusammengenommen mehrere Pumpstufen bilden und jede Pumpstufe wiederum aus verschiedenen Pumpeneinheiten zusammengesetzt ist.
2. Molekularpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) abwechselnd aus Abschnitten (8), die außen mit Spiralrillen versehen sind, und aus Abschnitten (9), deren äußere Oberflächen glatt sind, besteht.
3. Molekularpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (5) abwechselnd aus Abschnitten (10), die innen mit Spiralrillen versehen sind, und aus Abschnitten (11), deren innere Oberflächen glatt sind, besteht.
4. Molekularpumpe nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Pumpeneinheit einer Pumpstufe aus einem Teil eines Abschnittes (8) mit Spiralrillen des Rotors und aus einem Abschnitt (11) mit glatter innerer Oberfläche des Stators, zwei Pumpeneinheiten aus je einem Teil eines Abschnittes (8) mit Spiralrillen des Rotors und aus je einem Teil eines Abschnittes (10) mit Spiralrillen des Stators und eine Pumpeneinheit aus einem Abschnitt (9) mit glatter äußerer Oberfläche des Rotors und aus einem Teil eines Abschnittes (10) mit Spiralrillen des Stators gebildet werden.
5. Molekularpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Abschnitte des Rotors an ihrer Außenseite und die einzelnen Abschnitte des Stators an ihrer Innenseite konisch ausgebildet sind.
6. Molekularpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die größeren Durchmesser der Konen nach der Saugseite hin angeordnet sind.
7. Molekularpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die größeren Durchmesser der Konen nach der Ausstoßseite hin angeordnet sind.
8. Molekularpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte des Rotors mit glatter äußerer Oberfläche und die Abschnitte des Stators mit glatter innerer Oberfläche mit ihrem Außenbzw. Innenkonus auf derselben Mantelfläche liegen.
9. Molekularpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe und/oder die Breite der Spiralrillen von der Ansaugseite nach der Ausstoßseite hin abnehmen.
10. Molekularpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Ausdehnung der einzelnen Pumpeneinheiten von der Ansaugseite zur Ausstoßseite der Pumpe hin abnimmt.
11. Molekularpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung der Spiralrillen von der Ansaugseite nach der Ausstoßseite hin abnimmt.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Molekularpumpe nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruches.

Eine Molekularpumpe ist eine mechanisch fördernde Pumpe, deren Arbeitsweise auf dem Prinzip der Impulsübertragung von sich bewegenden Wänden auf Moleküle beruht. Das Grundprinzip wurde von W.Gaede (Ann.d.Phys.(4) 41, 337 (1913)) beschrieben. Später wurden verschiedene Ausführungsformen konstruiert. Die vorliegende Erfindung baut auf der von Hollweck (Comptes rendus 177, 43 (1923)) vorgestellten und nach ihm benannten Pumpe auf. Bei dieser befindet sich innerhalb eines zylindrischen Gehäuses ein zylindrischer Rotor, wobei entweder die äußere Oberfläche des Rotors oder die innere Oberfläche des zylindrischen Gehäuses oder beide mit Spiralrillen zur Förderung und zur Führung des Gases versehen sind.

Zur Anwendung kommen solche Molekularpumpen nach der Bauart von Hollweck zum Beispiel in Verbindung mit Turbomolekularpumpen (W. Becker, Vakuumtechnik 9/10 (1966)). Deren wirksamer Arbeitsbereich ist auf das molekulare Strömungsgebiet beschränkt, das heißt, sie arbeiten nur zusammen mit einer Vorpumpe, die gegen Atmosphärendruck pumpt. In der Regel sind dies zweistufige Drehschieberpumpen.

Der Arbeitsbereich einer Molekularpumpe nach Hollweck reicht aufgrund der engen Spalte zwischen Rotor und Stator bis zu weit höheren Drücken als der einer Turbomolekularpumpe. Durch die Kombination dieser beiden Molekularpumpen kann der Aufwand zur Erzeugung des Vorvakums wesentlich reduziert werden. Ein entscheidender Vorteil für den Einsatz bei bestimmten Prozessen, wie z.B. beim Plasma-Ätzen ist es, wenn die ölgedichtete Drehschieberpumpe durch eine trocken arbeitende Pumpe, z.B. eine Membranpumpe, ersetzt werden kann.

Molekularpumpen nach der Bauart von Hollweck wurden in verschiedenen Ausführungsformen, insbesondere auch in der Kombination mit Turbomolekularpumpen, vorgeschlagen (z.B. DE-AS 24 09 857 und EP 01 29 709). Seither ist es jedoch nicht gelungen, diese Pumpen auf einem weiten Anwendungsgebiet praktisch einzusetzen. Dies ist im wesentlichen folgendermaßen zu begründen: In Molekularpumpen mit spiralförmigen Kanälen baut sich während des Betriebes entlang der Kanäle kontinuierlich ein Druckverhältnis von der Ansaugseite zur Ausstoßseite hin auf. Durch dieses Druckverhältnis wird eine Rückströmung bewirkt, welche von der Ausstoßseite zur Ansaugseite hin über den Spalt zwischen Rotor und Stator erfolgt. Dadurch werden das Druckverhältnis und das Saugvermögen erheblich reduziert.

Um diese Verluste in Grenzen zu halten, ist es notwendig, die Spalte zwischen Rotor und Stator sehr klein zu gestalten.

Üblich sind Spalte in einer Größenordnung von einigen hundertstel Millimetern.

Bei den hohen Drehzahlen, welche für einen guten Wirkungsgrad erforderlich sind, treten hierbei große technische Probleme auf, welche die Molekularpumpen nach der Bauart von Hollweck zu äußerst kritischen Bauteilen machen. Da der Spalt zwischen Rotor und Stator aus Sicherheitsgründen umso größer sein muß, je höher die Drehzahl der Pumpe ist, werden damit auch die Verluste durch Rückströmung größer.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Molekularpumpe zu entwickeln, bei welcher die obengenannten Nachteile nicht auftreten. Insbesondere soll erreicht werden, daß die Spalte zwischen Rotor und Stator so groß ausgebildet werden können, daß ein sicherer Betrieb gewährleistet ist und gleichzeitig die Rückström-

mung auf ein Minimum reduziert wird.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Patentanspruches gelöst. Die Ansprüche 2 bis 11 kennzeichnen weitere vorteilhafte Ausgestaltungsformen der Erfindung.

Das Verhältnis K der gesamten Pumpe setzt sich aus den Druckverhältnissen der einzelnen Pumpstufen K_1, K_2, \dots, K_n wie folgt zusammen: $K = K_1 \times K_2 \times \dots \times K_n$.

Die Rückströmung von der Ausstoßseite zur Ansaugseite, welche zwischen Rotor und Stator stattfindet, steigt mit dem Druckverhältnis der Pumpe an. Die Aufteilung der Pumpe in mehrere Pumpstufen mit kleinem Druckverhältnis bewirkt eine entscheidende Reduzierung der Rückströmung.

Durch die konische Form von Rotor und Stator und durch die Tatsache, daß die Abschnitte des Rotors mit glatter äußerer Oberfläche, welche dessen äußersten Durchmesser bezeichnen und die Abschnitte des Stators mit glatter innerer Oberfläche, welche dessen innersten Durchmesser bezeichnen, mit ihrem Außen- bzw. Innenkonus auf derselben Mantelfläche liegen, sind weiter entscheidende Vorteile zu erzielen:

Ein Merkmal, welches für den Aufbau eines maximalen Druckverhältnisses innerhalb der Pumpe wichtig ist, ist die optische Dichtheit. Dies bedeutet, daß keine geradlinige freie Verbindung zwischen den einzelnen Pumpstufen existiert, wodurch die Moleküle keine Möglichkeit haben, ungehindert von einer Pumpstufe in die nächste zu gelangen. Somit wird der Rückströmung, welche schon durch die Aufteilung der einzelnen Pumpstufen reduziert ist, ein weiteres Hindernis entgegengesetzt.

Dadurch, daß die Abschnitte des Rotors mit glatter äußerer Oberfläche und die Abschnitte des Stators mit glatter innerer Oberfläche auf derselben Mantelfläche liegen und nicht darüberhinaus ragen, also Rotor- und Statorabschnitte nicht ineinander greifen, wird die Montage der Pumpe wesentlich erleichtert. Befinden sich die größeren Durchmesser der Konen auf der Ansaugseite, dann kann der Rotor nach oben abgenommen werden. Im umgekehrten Falle, wenn die größeren Durchmesser der Konen sich auf der Ausstoßseite befinden, kann der Stator nach oben abgenommen werden. In keinem Falle ist es erforderlich, Rotor- oder Statorabschnitte zu trennen.

Die Tatsache, daß Rotor- und Statorabschnitte nicht ineinander greifen, bringt den Vorteil mit sich, daß bei axialer Ausdehnung von Rotor oder Stator ein axiales Anlaufen ausgeschlossen ist.

Die in den Ansprüchen 9 bis 11 gekennzeichneten geometrischen Verhältnisse ermöglichen eine optimale Auslegung der Pumpe in Bezug auf Druckverhältnis und Saugvermögen. Da das Gas von Pumpstufe zu Pumpstufe, beginnend mit der ersten auf der Ansaugseite, immer weiter verdichtet wird, verringert sich entsprechend das Volumen der angesaugten Gasmenge beim Durchströmen der Pumpe. Somit können die zur Förderung nötigen Volumina verringert werden. Dies führt dazu, daß die Tiefe und/oder die Breite der Rillen sowie die axiale Ausdehnung der einzelnen Pumpeinheiten von der Ansaugseite zur Ausstoßseite hin abnehmen. Ebenso wird es möglich, die Steigung der Rillen nach der Ausstoßseite hin zu verringern. Durch diese Maßnahmen ergibt sich ein höheres Druckverhältnis für diese Stufen.

Ein Ausführungsbeispiel ist in den beiden Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 Gesamtdarstellung der erfindungsgemäßen Molekularpumpe

Fig. 2 Ausschnitt "X" aus Fig. 1

Wie Fig. 1 zeigt, befindet sich im Gehäuse 1 der Rotor 2, welcher durch die Lageranordnung 3 fixiert und durch den Motor 4 angetrieben wird. Der Rotor 2 ist innerhalb des Stators 5 angeordnet. Die Förderung des Gases erfolgt von der Ansaugseite 6 über Rotor und Stator zur Ausstoßseite 7.

In Fig. 2 sind Rotor 2 und Stator 5, welche jeweils aus mehreren Abschnitten zusammengesetzt sind, näher dargestellt. Der Rotor besteht aus zwei Arten von Abschnitten mit verschiedenen Oberflächen, die abwechselnd hintereinander angeordnet sind. Dabei weist die eine Art 8 am Außendurchmesser Spiralrillen auf und die andere Art 9 außen eine glatte Oberfläche. Ebenso besteht der Stator aus zwei Arten von Abschnitten mit verschiedenen Oberflächen, die abwechselnd hintereinander angeordnet sind, wobei die eine Art 10 am Innendurchmesser Spiralrillen aufweist und die andere Art 11 innen eine glatte Oberfläche.

Die Rotor- und Statorabschnitte bilden Pumpstufen, welche sich aus Pumpeinheiten folgendermaßen zusammensetzen: Eine Pumpeinheit einer Pumpstufe besteht aus einem Teil eines Abschnittes 8 mit Spiralrillen des Rotors und aus einem Abschnitt 11 mit glatter innerer Oberfläche des Stators. Zwei Pumpeinheiten bestehen aus je einem Teil eines Abschnittes 8 mit Spiralrillen des Rotors und aus je einem Teil eines Abschnittes 10 mit Spiralrillen des Stators. Eine weitere Pumpeinheit besteht aus einem Abschnitt 9 mit glatter äußerer Oberfläche des Rotors und aus einem Teil eines Abschnittes 10 mit Spiralrillen des Stators.

Dieser Aufbau gilt für das angeführte Ausführungsbeispiel. In anderen Ausführungsarten können Anzahl und Reihenfolge der Pumpeinheiten einer Pumpstufe verschieden sein.

Die einzelnen Abschnitte des Rotors sind an ihrer Außenseite und die einzelnen Abschnitte des Stators an ihrer Innenseite konisch ausgebildet. Dabei liegen die äußeren Oberflächen der Rotorteile 9 und die inneren Oberflächen der Statorteile 11 auf derselben Mantelfläche.

Die axiale Ausdehnung der einzelnen Pumpeinheiten nimmt von der Ansaugseite zur Ausstoßseite hin ab. Ebenso verringern sich die Tiefe und/oder die Breite der Spiralrillen sowie deren Steigung nach der Ausstoßseite hin.

M 1
37 28 154
F 04 D 19/04
24. August 1987
9. März 1989

3728154

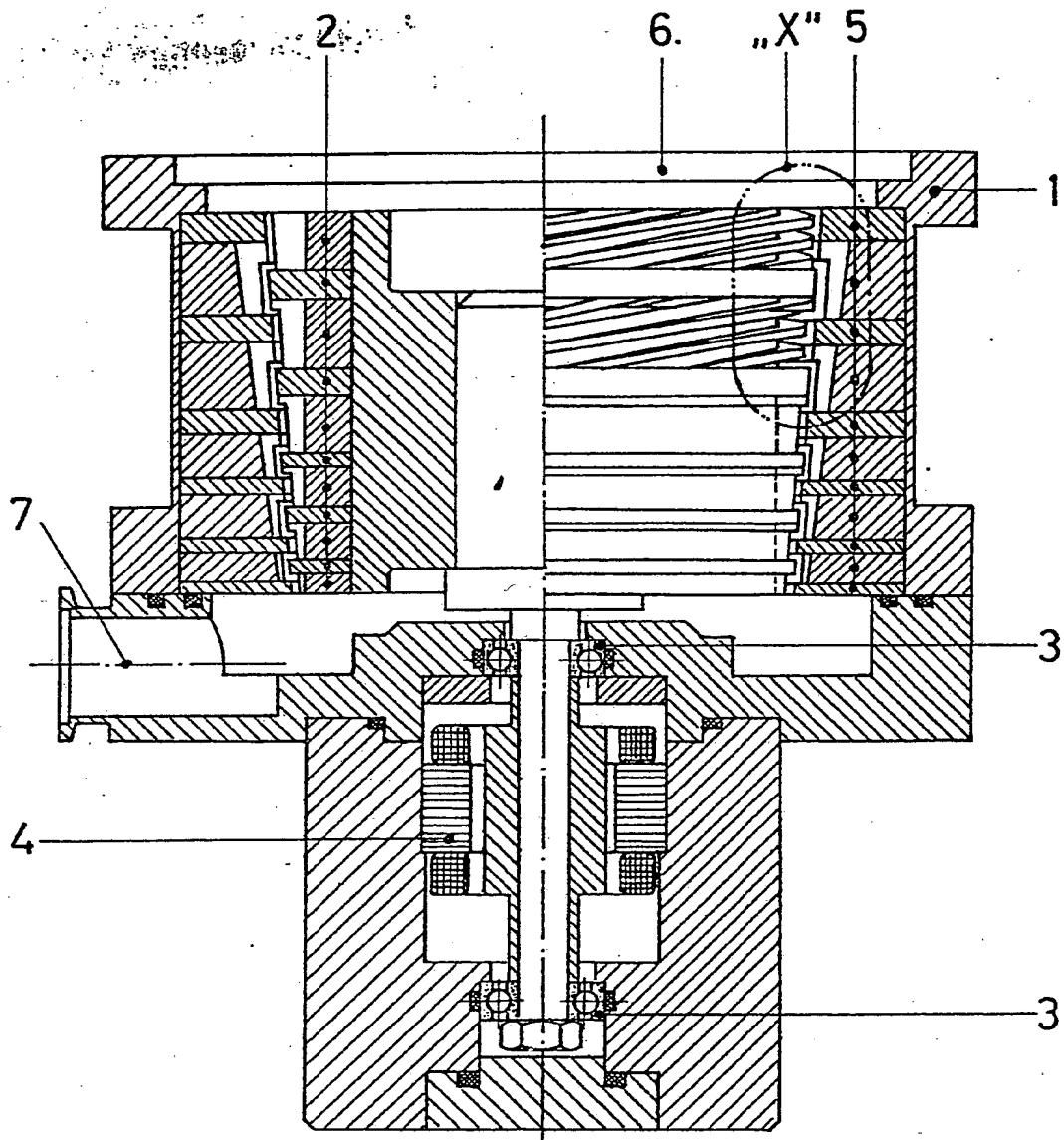


Fig. 1

12

3728154

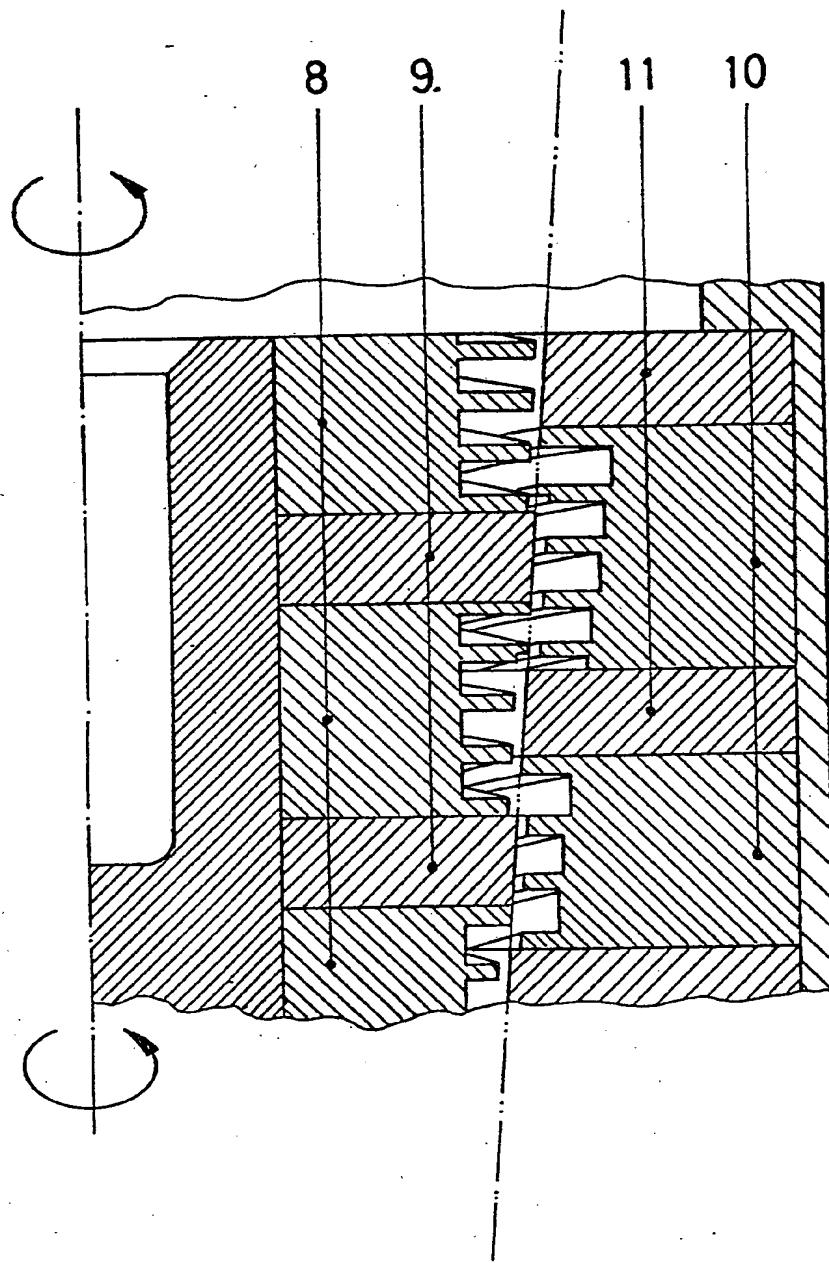


Fig. 2